

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06252443 A**

(43) Date of publication of application: **09 . 09 . 94**

(51) Int. Cl

**H01L 33/00**  
**H01L 21/205**

(21) Application number: **05063163**

(71) Applicant: **DAIDO STEEL CO LTD**

(22) Date of filing: **26 . 02 . 93**

(72) Inventor: **SONE TOSHINORI**

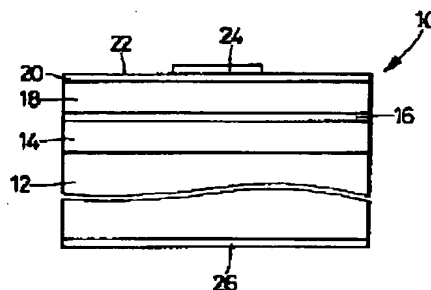
**(54) ALGAAS SEMICONDUCTOR WAFER**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To provide an AlGaAs semiconductor wafer which is small in light absorption and wherein an ohmic electrode of metal such as Al which is cheap and easily patterned can be used.

**CONSTITUTION:** An N-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As semiconductor first clad layer 14, a P-GaAs semiconductor active layer 16, a P-AlGaAs semiconductor second clad layer 18, and a P-GaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub> semiconductor cap layer 20 are successively formed on an N-GaAs semiconductor substrate 12 for the formation of a semiconductor wafer 10. An upper electrode 24 of Al metal to be in ohmic contact with GaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub> semiconductor is mounted on an upside 22, and a lower electrode 26 of AuGe/Ni/Au to be in ohmic contact with GaAs semiconductor is mounted on the underside of the substrate 12 for the formation of a surface light emitting diode.

**COPYRIGHT:** (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-252443

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 33/00

21/205

識別記号

A 7376-4M

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-63163

(22)出願日 平成5年(1993)2月26日

(71)出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72)発明者 曾根 豪紀

愛知県東海市加木屋町南鹿持18 大同特殊  
鋼知多寮

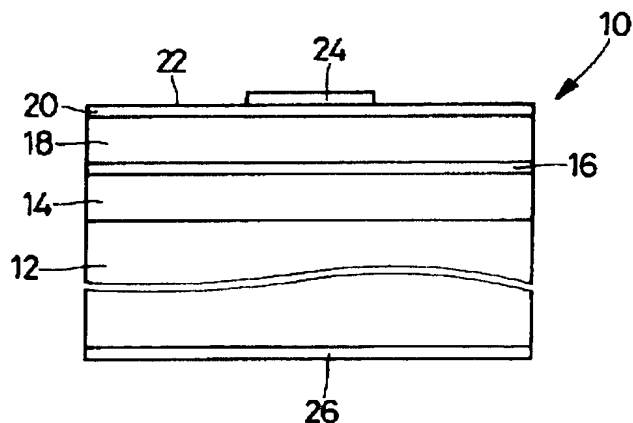
(74)代理人 弁理士 池田 治幸 (外2名)

(54)【発明の名称】 A l G a A s 半導体ウェハ

(57)【要約】

【目的】 A l など安価でパターン形成が容易な金属をオーミック電極として使用できるとともに光吸収が少ないA l G a A s 半導体ウェハを提供する。

【構成】 半導体ウェハ10は、n-G a A s 半導体から成る基板12上に、n-A l<sub>0.4</sub>G a<sub>0.6</sub>A s 半導体から成る第1クラッド層14、p-G a A s 半導体から成る活性層16、p-A l<sub>0.4</sub>G a<sub>0.6</sub>A s 半導体から成る第2クラッド層18、p-G a A s<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体から成るキャップ層20を順次積層したもので、上面22には、G a A s<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体に対してオーミックコンタクトとなるA l 系金属が上部電極24として取り付けられる一方、基板12の下面には、G a A s 半導体に対してオーミックコンタクトとなるA u G e / N i / A u が下部電極26として取り付けられ、面発光型発光ダイオードとして用いられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 AlGaAs半導体と、該AlGaAs半導体の上に設けられたキャップ層とを備え、該キャップ層の上に局部的にオーミック電極が取り付けられるAlGaAs半導体ウェハであって、前記キャップ層がGaAsP半導体であることを特徴とするAlGaAs半導体ウェハ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は面発光型発光ダイオード等に用いられるAlGaAs半導体ウェハに係り、特に、オーミック電極の取付けが容易な半導体ウェハに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 AlGaAs半導体と、そのAlGaAs半導体の上に設けられたキャップ層とを備え、そのキャップ層の上に局部的にオーミック電極が取り付けられるAlGaAs半導体ウェハが、例えば面発光型発光ダイオード等に広く用いられている。図3の半導体ウェハ50はその一例で、n-GaAs半導体から成る基板12上に、MOCVD（有機金属化学気相成長）法等のエピタキシャル成長技術により、n-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As半導体から成る第1クラッド層14、p-GaAs半導体から成る活性層16、p-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As半導体から成る第2クラッド層18、p-GaAs半導体から成るキャップ層52を順次積層したものであり、第1クラッド層14、活性層16、および第2クラッド層18によってダブルヘテロ構造が構成されている。AlGaAs半導体は酸化し易いため、これを防止するために、AlGaAs半導体と格子定数が近いGaAs半導体がキャップ層52として設けられているのである。

【0003】そして、かかる半導体ウェハ50の上面54には、例えばX字形状を成すように上部電極56が取り付けられる一方、基板12の下面には、その全面に下部電極26が取り付けられ、それ等の間に順方向、すなわち電極56から電極26に向かって動作電流が流されることにより、活性層16内において光が発生させられ、その光が上面54の電極56以外の部分から外部に放射される。これ等の電極56、26は、GaAs半導体に対してオーミックコンタクトとなるAu系金属が用いられ、上部電極56としては例えばAuZn、下部電極26としてはAuGe/Ni/Auなどが用いられる。

【0004】また、図5の半導体ウェハ60は、n-GaAs半導体から成るキャップ層62を第2クラッド層18上に積層したものである。かかる半導体ウェハ60は、上面64のうち上部電極の取付け位置と略同じ位置にSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>保護膜66をプラズマCVD法等により設け、その保護膜66以外の部分からZnを拡散することにより、キャップ層62を構成しているn-GaAs半導体のうち上部電極の直下部分以外の部分をp型に反転

させ、保護膜66の上から上部電極68としてAu系金属が取り付けられる。この場合には、上部電極68の直下部分ではn型のキャップ層62とp型の第2クラッド層18との間で電流の向きが逆バイアスとなるため、動作電流はp型に反転された部分を主として流れるようになる。このため、上部電極68の直下部分以外の部分で光が発せられるようになり、上部電極68で遮光される光が少なくなって高い光取出し効率が得られるようになる。図5の斜線部分はZnの拡散領域を表している。なお、保護膜66を除去して上部電極68を取り付けることも可能である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記図3のように半導体ウェハの上面に局部的にAu系金属を取り付ける場合、蒸着或いはスパッタにより半導体ウェハの全面にAu系金属を形成した後、フォトリソグラフィ技術により所定部分をマスクし、不要な部分をエッチングにより除去しているのが普通であるが、エッチング液として毒性の高いシアン系溶液を用いる必要があるため、必ずしも好ましくなかった。エッチングの代わりに、図4に示すように電極取付け部以外の部分にレジスト58を設けるとともに、そのレジスト58を含む半導体ウェハ50上にAu系金属56a、56bを設け、有機溶剤でレジスト58を溶かしてその上のAu系金属56bを取り除くリフトオフ法もあるが、レジスト58の端面形状の制御や膜厚制御が難しい。

【0006】一方、図5のようにSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>保護膜の上にAu系金属を取り付ける場合には、保護膜とAu系金属との密着性が悪いため、保護膜の上にTiなどの金属を入れる必要があった。

【0007】この他、Au系金属は高価であるため発光ダイオード等のコストが高くなる、GaAs系半導体の発光波長は880nm程度であるため、キャップ層として用いられるGaAs半導体が光を吸収し、光出力が低下するといった別の問題も含んでいた。

【0008】本発明は以上の事情を背景として為されたもので、その目的とするところは、Alなど安価でパターン形成が容易な金属をオーミック電極として使用できるとともに光吸収が少ないAlGaAs半導体ウェハを提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、本発明は、AlGaAs半導体と、そのAlGaAs半導体の上に設けられたキャップ層とを備え、そのキャップ層の上に局部的にオーミック電極が取り付けられるAlGaAs半導体ウェハであって、前記キャップ層がGaAsP半導体であることを特徴とする。

## 【0010】

【作用および発明の効果】このようなAlGaAs半導体ウェハにおいては、キャップ層がGaAsP半導体に

て構成されているため、例えばAl等の安価な金属をオーミック電極として使用できるようになるとともに、Alはリン酸で簡単にエッチングできるためパターン形成が容易である。また、不純物を選択拡散するためにSi、N<sub>4</sub>保護膜を形成した場合、そのSi、N<sub>4</sub>保護膜とAlとの密着性は優れているため、Si、N<sub>4</sub>保護膜の上に直接Alのオーミック電極を取り付けることも可能である。

【0011】一方、GaAsP半導体はAlGaAs半導体に比較して酸化され難いため、AlGaAs半導体の酸化を防止するキャップ層として十分に機能する。また、Pの混晶比によって異なるが、GaAsP半導体の光吸収波長域はGaAs系半導体の発光波長域より短いため、キャップ層としてGaAs半導体を用いる場合に比較して光吸収が少なく、高い光出力が得られるようになる。

【0012】なお、GaAsP半導体はAlGaAs半導体と格子定数が異なるため、格子不整合により結晶性が悪くなる場合があるが、発光部分でないため不都合はない。

【0013】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【0014】図1は、本発明の一実施例であるAlGaAs半導体ウェハ10に電極24、26を取り付けた状態を示す構造図である。かかるAlGaAs半導体ウェハ10は、n-GaAs半導体から成る基板12上に、MOCVD（有機金属化学気相成長）装置を用いてn-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As半導体から成る第1クラッド層14、p-GaAs半導体から成る活性層16、p-Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As半導体から成る第2クラッド層18、p-GaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体から成るキャップ層20を順次積層したものであり、第1クラッド層14、活性層16、および第2クラッド層18によってダブルヘテロ構造が構成されている。かかるAlGaAs半導体ウェハ10は面発光型発光ダイオードに利用されるもので、上面22には例えばX字形状を成すように上部電極24が取り付けられる一方、基板12の下面には、その全面に下部電極26が取り付けられ、それ等の間に順方向、すなわち電極24から電極26に向って動作電流が流されることにより、活性層16内において光が発生させられ、その光が上面22の電極24以外の部分から外部に放射される。なお、上記各半導体層の膜厚は適宜定められ、図1は必ずしも正確な膜厚割合で示したものではない。他の図も同様である。

【0015】上記上部電極24としては、GaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体に対してオーミックコンタクトとなるAl系金属が用いられ、蒸着等によりAlGaAs半導体ウェハ10の上面22全面にAl系金属を形成した後、フォトリソグラフィ技術により所定部分をマスク

し、不要部分をエッチングで除去することにより、所定パターンの上部電極24が形成されている。また、下部電極26としては、GaAs半導体に対してオーミックコンタクトとなるAuGe/Ni/Auが用いられている。

【0016】ここで、Al系金属はリン酸によって簡単にエッチングできるため、Au系金属のようにシアン系溶液を用いてエッチングする場合に比較して、上部電極24のパターン形成作業が容易となる。また、Al系金属はAu系金属に比較して安価であるため、面発光型発光ダイオードのコストが低減される。

【0017】一方、GaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体はAl<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As半導体に比較して酸化され難いため、Al<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As半導体から成る第2クラッド層18の酸化を防止するキャップ層20として十分に機能する。また、GaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体の光吸収波長域は660nm程度で、GaAs系発光ダイオードの発光波長域である880nm程度より十分に短いため、キャップ層20としてGaAs半導体を用いる場合に比較して光吸収が少なく、高い光出力が得られる。

【0018】なお、GaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体はAl<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As半導体よりも格子定数が小さいため、キャップ層20は格子不整合により結晶性が悪くなる場合があるが、発光部分でないため不都合はない。また、MOCVD装置でGaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体を結晶成長させるためには、PH<sub>3</sub>ラインを追加して設けるだけで良く、大掛かりな設備変更が不要で比較的簡単に実施できる。

【0019】次に、本発明の他の実施例を説明する。図2のAlGaAs半導体ウェハ30は、前記キャップ層20の代わりに、n型のGaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体から成るキャップ層32を第2クラッド層18上に積層したものである。かかるAlGaAs半導体ウェハ30は、上面34のうち上部電極の取り付け位置と略同じ位置にSi、N<sub>4</sub>保護膜36をプラズマCVD法等により設け、その保護膜36以外の部分からZnを拡散することにより、キャップ層32を構成しているn-GaAs<sub>0.6</sub>P<sub>0.4</sub>半導体のうち上部電極の直下部分以外の部分をp型に反転させ、保護膜36の上から上部電極38としてAl系金属が取り付けられる。この場合には、上部電極38の直下部分ではn型のキャップ層32とp型の第2クラッド層18との間で電流の向きが逆バイアスとなるため、動作電流はp型に反転された部分を主として流れるようになる。このため、上部電極38の直下部分以外の部分で光が発生されるようになり、上部電極38で遮光される光が少なくなって高い光取出し効率を得られるようになる。図2の斜線部分はZnの拡散領域を表している。

【0020】ここで、上部電極38を構成しているAl系金属はSi、N<sub>4</sub>保護膜36に対して優れた密着性

が得られるため、Ti等の金属を介在させることなく、保護膜36上に直接Al系の上部電極38を取り付けることができる。上部電極38はオーミック電極に相当する。なお、Znの拡散後に保護膜36を除去してキャップ層32上に直接上部電極38を取り付けることも可能である。

【0021】以上、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明したが、本発明は他の態様で実施することもできる。

【0022】例えば、前記実施例ではGaAs/AlGaAsダブルヘテロ構造の半導体ウェハ10、30について説明したが、単なるpn接合から成るAlGaAs半導体ウェハ、半導体レーザや太陽電池に用いられるAlGaAs半導体ウェハなど、少なくともAlGaAs半導体の上にキャップ層を有する種々の半導体ウェハに本発明は適用され得るのであり、基板12の半導体材料についても適宜変更され得る。

【0023】また、キャップ層20、32を構成しているGaAsP半導体のAsとPとの組成比率や、第1クラッド層14、第2クラッド層18を構成しているAlGaAs半導体のAlとGaとの組成比率は適宜変更され得る。

【0024】また、前記実施例では上部電極24、38としてAl系金属材料を用いた場合について説明したが、GaAsPとオーミックコンタクトとなる他の金属材料を用いることもできる。

【0025】また、前記実施例では上部電極24、38から下部電極26に向かって動作電流が流れるようになっていたが、下部電極26から上部電極24、38に向かって動作電流が流れる面発光型発光ダイオードの半導体ウェハにも本発明は適用され得る。

【0026】また、前記第2実施例ではSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>保護膜36を局部的に設けてZnを選択拡散する場合について説明したが、必要に応じて他の不純物を選択拡散した\*

り、イオン注入したりすることもできる。Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>以外の保護膜を設けて拡散等を行うこともできるし、その保護膜を除去してキャップ層の上に直接上部電極を取り付けることも可能である。

【0027】また、基板12上に格子不整合を緩和するためのバッファ層を設けたり、基板12側へ進行した光を反射する半導体多層膜反射鏡等を設けたりすることもできる。

【0028】また、前記実施例では有機金属化学気相成長法を用いて半導体ウェハを製作する場合について説明したが、分子線エピタキシー法、気相エピタキシー法、液相エピタキシー法などの他のエピタキシャル成長技術を用いることもできる。

【0029】その他一々例示はしないが、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である面発光型発光ダイオード用のAlGaAs半導体ウェハに電極が取り付けられた状態を示す構造図である。

【図2】本発明の他の実施例に電極が取り付けられた状態を示す構造図である。

【図3】従来のAlGaAs半導体ウェハに電極が取り付けられた状態を示す構造図である。

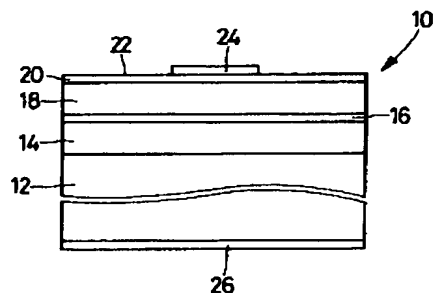
【図4】図3の半導体ウェハにリフトオフ法でAu系電極を取り付ける方法を説明する図である。

【図5】従来のAlGaAs半導体ウェハに電極が取り付けられた別の例を示す構造図である。

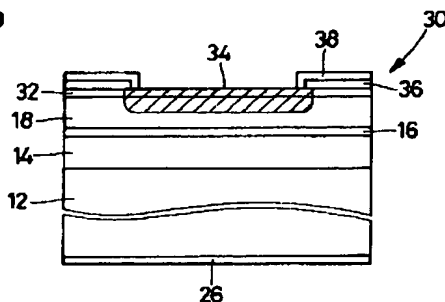
#### 【符号の説明】

10、30：AlGaAs半導体ウェハ  
18：第2クラッド層（AlGaAs半導体）  
20、32：キャップ層（GaAsP半導体）  
24、38：上部電極（オーミック電極）

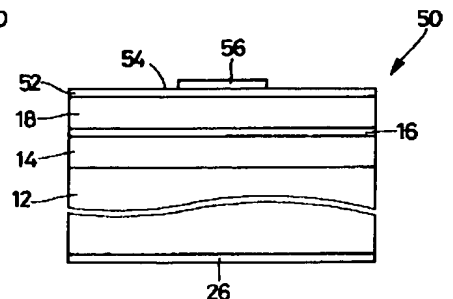
【図1】



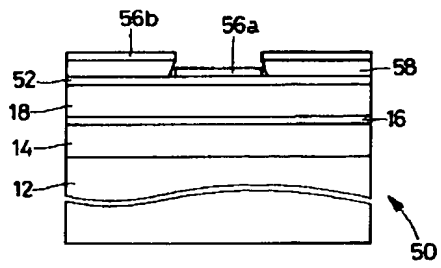
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

